

УДК 656.07.4.03 (045)

JEL: C1; C3; L91; R41

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ РИЗИКАМИ В МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

©2021 ЯНЧУК М. Б., ПРОНЬ С. В., ФЕДИНА В. П., ЧЕРЕДНІЧЕНКО К. В.

УДК 656.07.4.03 (045)

JEL: C1; C3; L91; R41

Янчук М. Б., Пронь С. В., Федина В. П., Чередніченко К. В. Науково-методичні підходи до управління транспортними ризиками в мультимодальних вантажних перевезеннях

Метою даного дослідження є підвищення ефективності мультимодальних вантажних перевезень за рахунок формування системи управління ризиками на основі ідентифікації факторів транспортних ризиків, методів їх вимірювання та управління як на етапі проектування (планування) мультимодального маршруту, так і в подальшому – для оцінки їх можливого впливу на ефективність вантажоперевезення в цілому. Досліджено проблематику організації мультимодальних вантажних перевезень у контексті управління транспортними ризиками, що передбачає вибір такого варіанта керуючих впливів на елементи системи перевезення (логістичні центри, транспортні вузли, різні види транспорту, вантажно-транспортні одиниці, конкретні транспортні компанії та їх рухомий склад, тара тощо), при якому доставка вантажу була б здійснена з найбільш ефективними та якісними показниками при заданих початкових умовах та існуючих обмеженнях. Обґрунтовано вироблення пропозицій щодо оптимальних зв'язків між елементами мультимодальних вантажних перевезень на основі ефективної системи ризик-менеджменту, яка являє собою спеціальний вид управлінської діяльності, що спрямований на пом'якшення впливу груп ризиків, визначення допустимого (прийнятнього) рівня ризику на основі методів, які дозволяють уникнути втрат, що виникають як результат дії конкретного ризику. Запропоновано методичний підхід до вибору оптимальної мультимодальної транспортно-технологічної схеми, який дозволяє розглядати суб'єктивні критерії (повноту сервісу, надійність та ін.) як визначальні за умови порівняння однакової вартості та часу альтернативних варіантів доставки вантажів і в контексті допустимих значень таких об'єктивних критеріїв, як умови зберігання, швидкісний режим перевезення на території конкретної країни, регіону, міста, осьове навантаження, кліматичні умови, екологічні обмеження тощо. На науково-методичному рівні узагальнено етапність процесу прийняття рішень з виокремленням відповідних цілей у контексті управління транспортними ризиками в мультимодальних вантажоперевезеннях, дотримання яких гарантовано забезпечить прийняття оператором мультимодальних перевезень раціональної та безпечної транспортно-технологічної схеми доставки вантажу.

Ключові слова: мультимодальні вантажні перевезення, транспортні ризики, система ризик-менеджменту, методи оцінки ризиків, оператор мультимодального перевезення.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-2-198-209>

Рис.: 3. **Табл.:** 2. **Формул.:** 11. **Бібл.:** 21.

Янчук Марина Борисівна – доктор економічних наук, доцент, професор кафедри організації авіаційних робіт і послуг, Національний авіаційний університет (просп. Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, Україна)

E-mail: mega-luc@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6614-3691>

Пронь Світлана Віталіївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри організації авіаційних робіт і послуг, Національний авіаційний університет (просп. Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, Україна)

E-mail: svitlana.pron@npp.nau.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1177-9588>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219123263>

Федина Василь Петрович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри організації авіаційних робіт і послуг, Національний авіаційний університет (просп. Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, Україна)

E-mail: fedina@email.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7099-2549>

Чередніченко Костянтин Валентинович – асистент, кафедра організації авіаційних робіт і послуг, Національний авіаційний університет (просп. Любомира Гузара, 1, Київ, 03058, Україна)

E-mail: cherednichenko.kostya@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9388-3521>

UDC 656.07.4.03 (045)

JEL: C1; C3; L91; R41

Yanchuk M. B., Pron S. V., Fedyna V. P., Cherednichenko K. V. The Scientific-Methodological Approaches to Transport Risks Management in Multimodal Freight Transportations

This study is aimed at increasing the efficiency of multimodal freight transportations by forming a risks management system based on the identification of transport risk factors, methods of their measurement and management both at the projecting (planning) stage of the multimodal route and further on – in order to assess their possible impact on the efficiency of freight transportation in general. The authors examine the problematics of multimodal freight transportations organization in the context of transport risks management, which provides for the choice of such an option of management influences on elements of the transportation system (logistics centers, transport hubs, various types of transport, freight transport units, specific transport companies and their rolling stock, containers, etc.), in which freight delivery would be carried out in terms of the most efficient and qualitative indicators under the known initial conditions and existing restrictions. The article substantiates the proposals development in view of optimal relationships between elements of multimodal freight transportations on the basis of an efficient risks management system, which is a special type of management activity directed towards mitigating the influence of risk groups, determining the permissible (acceptable) level of risk based on methods that allow avoiding losses arising as result of a particular risk. A methodical approach to choosing the optimal multimodal transport-technological scheme is proposed, which allows considering subjective criteria (completeness of service, reliability,

etc.) as decisive under the condition of relatively equal cost and time of alternative freight delivery options and in the context of permissible values of such objective criteria as storage conditions, high-speed mode of transportation in the territory of a particular country, region, city, axial load, climatic conditions, ecological restrictions, etc. At the scientific-methodological level, the stage of the decision-making process is generalized along with the separation of relevant goals in the context of managing transport risks in multimodal freight transportations, the observance of which will guarantee to ensure the acceptance by the operator of multimodal transportations of a rational and secure transport-technological scheme of freight delivery.

Keywords: multimodal freight transportation, transport risks, risk management system, risk assessment methods, multimodal transportations operator.

Fig.: 3. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 11. **Bibl.:** 21.

Yanchuk Marina B. – D. Sc. (Economics), Associate Professor, Professor of the Department of Organization of Aviation Work and Services, National Aviation University (1 Liubomyra Husara Ave., Kyiv, 03058, Ukraine)

E-mail: mega-luc@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6614-3691>

Pron Svitlana V. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Organization of Aviation Work and Services, National Aviation University (1 Liubomyra Husara Ave., Kyiv, 03058, Ukraine)

E-mail: svitlana.pron@npp.nau.edu.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1177-9588>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219123263>

Fedyna Vasyl P. – PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Organization of Aviation Work and Services, National Aviation University (1 Liubomyra Husara Ave., Kyiv, 03058, Ukraine)

E-mail: fedina@email.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7099-2549>

Cherednichenko Kostiantyn V. – Assistant, Department of Organization of Aviation Work and Services, National Aviation University (1 Liubomyra Husara Ave., Kyiv, 03058, Ukraine)

E-mail: cherednichenko.kostya@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9388-3521>

Розвиток сучасної транспортної галузі націлений на збільшення обсягу мультимодальних вантажних перевезень, що позитивно впливає на оптимізацію транспортної системи за рахунок зниження дисбалансу між різними видами транспорту в межах одного мультимодального транспортного ланцюга при забезпеченні потреб економічного зростання та сталого розвитку. При цьому будь-яка транспортна система характеризується імовірнісним типом функціонування, є стохастичною та складається із елементів (різноманітних вантажів, видів транспортних засобів, об'єктів інфраструктури тощо), системну взаємодію яких вивчено недостатньо ретельно в контексті безлічі підходів до вирішення транспортних завдань.

Саме стохастичність транспортної системи обумовлює в ній наявність ряду невизначеностей, які призводять до певних втрат, а саме: при транспортуванні вантажів все частіше виникає проблема неякісних перевезень, які пов'язані з пошкодженням матеріально-технічних ресурсів. І особливу категорію тут складають мультимодальні перевезення, в яких задіяно декілька видів транспорту, а перевантажувальні операції є певними «критичними точками», що виникають через можливу неузгодженість взаємодії різних видів транспорту та об'єктів інфраструктури. Джерелами різного роду невизначеностей, випадковостей і конкретних ризиків є: нерівномірність транспортно-матеріальних потоків, задіяння різних видів транспорту, технологічна нестійкість, стан міжнародних транспортних коридорів і терміналів, особливості технологій перевезень та ін.

Нерівномірність і випадковість процесів проявляються на всіх ланках транспортного ланцюга та

зумовляють прості та непередбачені втрати продуктивності як рухомого складу, так і вантажно-транспортного обладнання, що призводить до розширення зон певних ризикових ситуацій, пов'язаних з необхідністю прийняття антиризикових управлінських рішень в умовах неповної, недостатньо достовірної або мінливої в часі інформації. При цьому від прийнятих проактивних рішень [1] залежить і вибір альтернативних схем транспортування (виду транспортних засобів, маршрутів, кількості перевалок тощо), раціональність яких, своєю чергою, забезпечує збереження та своєчасність доставки вантажу.

Отже, дослідження організації мультимодальних вантажних перевезень у контексті управління транспортними ризиками є актуальним і важливим завданням, оскільки передбачає вибір такого варіанта керуючих впливів на елементи системи перевезення (логістичні центри, транспортні вузли, різні види транспорту, вантажно-транспортні одиниці, конкретні транспортні компанії та їх рухомий склад, тара тощо), при якому доставка вантажу була б здійснена з найбільш ефективними та якісними показниками при заданих початкових умовах та існуючих обмеженнях. Останніми виступають технологічні особливості перевезень певного виду вантажу, наявність продуктивних транспортних і технічних засобів у кожного учасника – виконавця мультимодального перевезення на момент надання послуги, а також можлива необхідність урахування зустрічних вподобань клієнтів щодо вибору конкретного виду транспорту.

На основі системного підходу, узагальнень, логічного та порівняльного аналізу, формалізації пев-

них методичних положень за допомогою математичного апарату нами сформовано науково-методичні підходи до управління транспортними ризиками мультимодальних вантажних перевезень у контексті перспектив їх подальшого ефективного розвитку.

Питанню оцінки ризиків присвячено багато праць вітчизняних і зарубіжних учених, таких як: Бакуліч О. О., Габрієлова Т. Ю. Грицина Л. А., Єрмеєв В. С., Зайцева М. А., Кошівська М. В., Дюльгер А. І., Корсун В. І., Кригіна І. Є., Литвиненко К. В., Нагорний Є. В., Курпіль Д. А., Нікітін С. І., Романчева К. Д., Санжієва Т. В., Яхнеєва І. В. та ін. [1–9; 11; 12; 14; 16; 18], але більшість досліджень у системі управління ризиками пов'язано з оцінкою фінансово-економічних ризиків, ризиків банкрутства підприємств у різних сферах господарювання тощо. При цьому недостатня увага приділяється аналізу, вимірюванню й управлінню транспортними ризиками при організації мультимодальних вантажних перевезень. Тому дане дослідження пов'язано з подальшою розробкою науково-методичних основ ідентифікації, вимірювання й управління транспортними ризиками, що дозволить значно скоротити втрати від негативного впливу різного роду ризикових чинників і підвищити загалом безпеку й ефективність мультимодальних перевезень.

Метою даного дослідження є підвищення ефективності мультимодальних вантажних перевезень за рахунок формування системи управління ризиками на основі ідентифікації факторів транспортних ризиків, методів їх вимірювання й управління як на етапі проектування (планування) мультимодального маршруту, так і в подальшому – для оцінки їх можливого впливу на ефективність вантажоперевезення в цілому.

Управління ризиками є системою ідентифікованих понять і виконань управлінських рішень, пов'язаних зі зменшенням впливу наслідків ризиків на функціонування виробничо-економічних систем. Традиційно прийнята методологія управління ризиком розглядає ризик, спираючись на математичний апарат і ймовірнісні характеристики як на статистичну розрахункову величину, потенційно небезпечну або вигідну з точки зору наслідків ситуації (отримання збитків/прибутків). Однак такий підхід вважається обмеженим, і розширити його можна за рахунок застосування транспортної логістики [8], яка пов'язана з переміщенням продукції транспортним засобом за певною технологією та ланцюгами постачань і складається з ряду логістичних операцій і функцій: експедирування, вантажопереробки, упаковки, передачі прав і власності на вантаж, страхування ризиків, митних процедур тощо. Так, наприклад, виходячи з визначення змісту й організаційно-технологічних складових мультимодального перевезення, на рис. 1 наведено варіант процесу управління групами транспортно-логістичних ризиків [2; 15].

При цьому в процесі планування й аналізу мультимодальних транспортних систем ризик-орієнтована методологія спирається на низку міжнародних і національних стандартів, які спрямовані на надання орієнтирів у розробленні підходів до управління ризиками. Пріоритетним напрямком цих стандартів є застосування ризик-менеджменту по всій структурі економіко-технологічних систем і на всіх етапах їх розвитку. Серед них можна виділити такі, наприклад, міжнародні та національні стандарти і нормативи, як [6]:

- 1) ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary – базовий словник термінів ризик-менеджменту (визначаються поняття ризику та його особливостей, розглядаються такі поняття, як менеджмент ризиків, політика та план менеджменту тощо);
- 2) ISO 31000: 2009 Risk management – Principles and guidelines – цей документ описує міжнародну практику застосування ризик-менеджменту та наводить перелік докладно описаних методів із посиланнями на інші міжнародні стандарти;
- 3) IES ISO 31010: 2009 Risk management – Risk assessment techniques – є керівництвом до вибору методів оцінки ризику залежно від етапу розвитку проекту або від типу аналізу. Застосування ризик-менеджменту є актуальним і перспективним напрямом у розвитку підприємств, яке дасть змогу стабілізувати діяльність усередині підприємства.
- 4) ISO 12100:2010 «Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction»;
- 5) ISO/TR 14121-2:2007 «Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods»;
- 6) ISO/IEC 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques» тощо.

Основними нормативно-правовими документами України, що стосуються визначення ризиків та їх прийнятих рівнів, є: Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки»; Постанова Кабінету Міністрів України «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки»; «Методика визначення ризиків та їх прийнятих рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» та ін.

Ризик виступає одним із кількісних вимірювачів якості експлуатації, надійності, безпеки різних транспортно-технологічних систем і, в даному випадку, представляє собою ймовірність втрат, пов'язаних з наданням учасниками – виконавцями транспортно-логістичних послуг на кожному етапі мультимодального вантажоперевезення, і з можливістю незадоволення попиту внаслідок дії ряду несприятливих факторів. На даний час науковцями запропоновано досить багато підходів до класифікацій

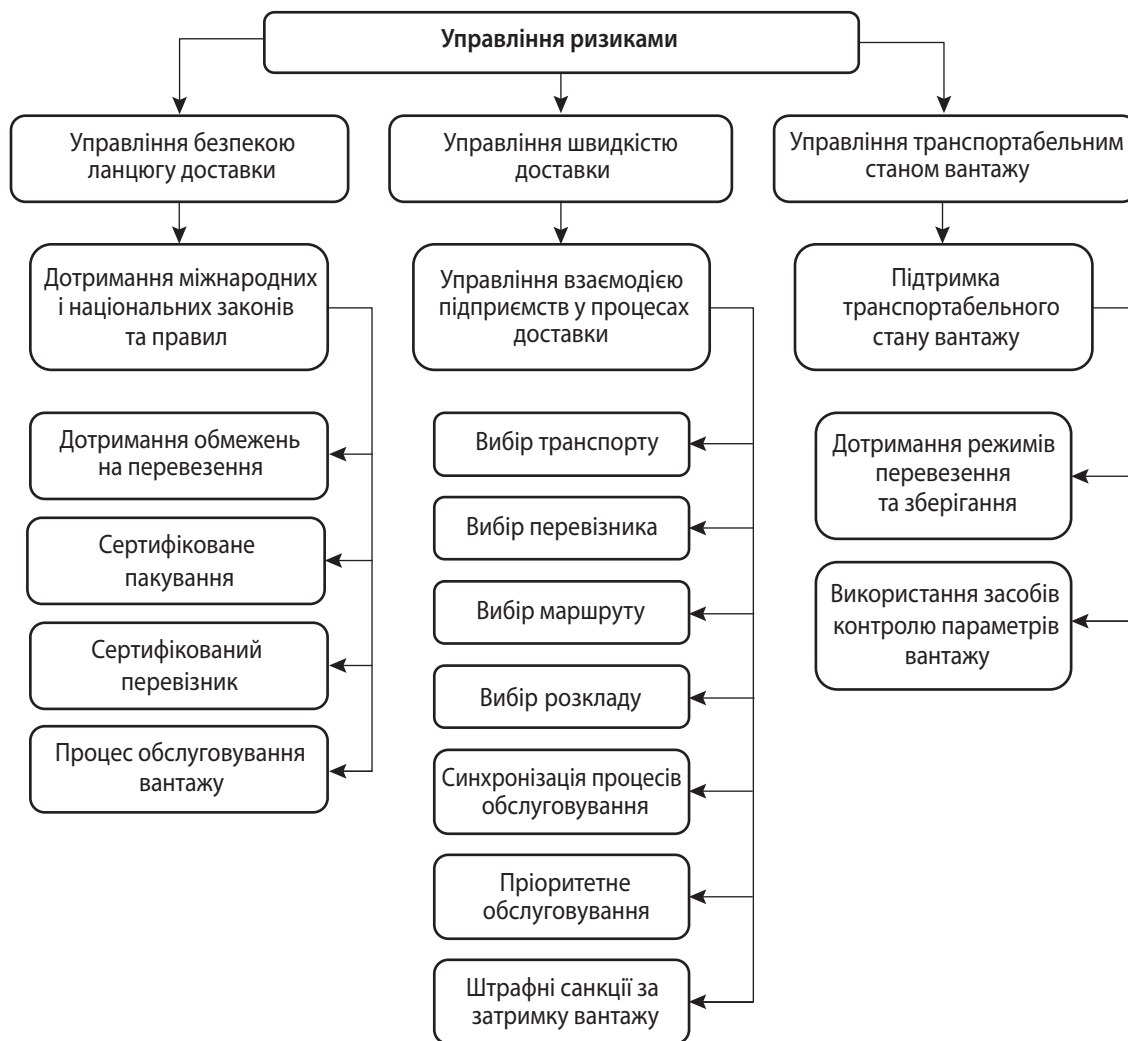


Рис. 1. Управління групами транспортно-логістичних ризиків мультимодальних перевезень

ризиків [8; 16; 17], наприклад, поділ факторів ризиків у контексті середовища (зовнішнє/внутрішнє) їх виникнення.

Фактори ризику зовнішнього середовища (державні галузеві (рамкові) програми; податкове, конкурентне та інше середовище; мережа постачальників; політична ситуація, загальна економічна кон'юнктура, форс-мажорні обставини (стихійні лиха, пандемія тощо)) вважаються значно інтенсивнішими й агресивнішими і діють теж по-різному. Так, наприклад, ризик несприятливих змін у податковому законодавстві або сучасної пандемії, у результаті якої може зовсім призупинитися виробничо-комерційна діяльність, обов'язково безпосередньо відіб'ється на результатах будь-якої бізнес-діяльності.

Фактори ризику внутрішнього середовища не мають гарантованої передбачуваності, але їх ступінь впливу значною мірою залежить від рівня менеджменту та якості прийнятого управлінського рішення. Вважаємо, що на рівні підприємства ризикові ситуації, які відносять до елементів невизначеності, насправді є лише наслідком слабого ризик-менеджменту.

До головних внутрішніх чинників ризику мультимодальних транспортних систем відносять логістичні ризики, які призводять до підвищених логістичних витрат (нерозвинена логістична інфраструктура, неефективність ланцюгів поставок, відсутність чіткого планування логістики, неефективність системи управління ризиками). Крім того, потоковий характер виникнення таких ризиків і безпосередній взаємозв'язок із основними ресурсними потоками дозволяють виокремити групу факторів, виникнення яких може бути ініційовано рухом матеріальних і інформаційних ресурсів. Параметри, що характеризують ризикові потоки, наведено в табл. 1 [18].

При цьому різноманітність операцій і стадій транспортного процесу, а отже, і факторів ризику, пов'язане зі значними потоками інформації, тому тут доцільно структурувати інформаційні потоки за рівнем завдань, що вирішуються. Результати ідентифікації й аналізу ризикових потоків можуть бути основою розподілу ресурсів між різними процесними напрямками перевезення та допомагають сфокусуватися на особливо ризикових зонах, які потім використовують.

ються для розробки методів оптимізації управління ризиками, а також оптимізації стратегічних і тактичних планів бізнес-діяльності.

Таблиця 1

Параметри, що характеризують ризикові потоки

Параметр потоку	Характеристика
Напруженість	Кількість ризикових факторів (подій), що виникають в процесі руху основного потоку
Час	Проміжок часу, протягом якого зберігається ймовірність прояви факторів ризику
Якість	Ступінь впливу на параметри основного потоку
Неоднорідність	Різноманітність ризикових факторів, що визначають зміст потоку
Керованість	Ступінь схильності керуючим впливам

Зазначимо, що складовими елементами планування й організації мультимодальних систем перевезень є:

- ✦ взаємодія різних видів транспорту;
- ✦ єдиний провізний документ, що укладається з одним оператором мультимодального перевезення з відповідальністю в цілому за перевезення;
- ✦ з передачею вантажу з одного виду транспорту на інший в пунктах перевалки в єдиній вантажній одиниці (або транспортному засобі) без участі власника вантажу тощо.

При цьому оператор мультимодального перевезення (ОМП) відіграє ключову роль в організації модальності вантажоперевезень, тобто в забезпеченні оптимального поєднання різних видів транспорту в межах певного мультимодального маршруту. Саме існування мультимодальних транспортних ланцюжків є необхідною умовою для забезпечення сталого вантажного потоку.

Об'єктом процесу мультимодального перевезення є вантажна одиниця, яка, згідно з міжнародними вимогами, допускає митне пломбування вантажу, що знаходиться в ній. Технологічною основою сучасних мультимодальних перевезень вантажів є інтермодальні (безперевантажувальні) технології з використанням контейнерів міжнародного стандарту ISO та інших вантажних одиниць, наприклад трейлерів, контрейлерів, пакетів і блок-пакетів вантажу, змінних кузовів, що відповідають міжнародним/регіональним стандартам і дозволяють застосовувати комплексну механізацію перевантажувальних робіт у пунктах перевалки.

Вироблення пропозицій щодо оптимальних зв'язків між елементами мультимодальних вантаж-

них перевезень можливе тільки на основі ефективної системи ризик-менеджменту, яка являє собою спеціальний вид управлінської діяльності, що спрямований на пом'якшення впливу груп ризиків, визначення допустимого (прийнятного) рівня ризику на основі методів, які дозволяють уникнути втрат, що виникають як результат дії конкретного ризику.

Система ризик-менеджменту в транспортних вантажних системах передбачає як початковий етап оцінки ризиків проведення якісного аналізу, що полягає в ідентифікації небезпек або факторів ризику, які чинять найбільший вплив на стан вантажу [16]. Саме ризик-менеджмент, націлений на захист компанії-перевізника від форс-мажорних ситуацій, які загрожують її доходам, забезпечуючи вирішення головного завдання – вибір з альтернативних можливостей оптимально безпечного варіанта ведення бізнес-діяльності.

Умовно якісний аналіз транспортного ризику можна поділити на два взаємопов'язані кроки: 1) виявлення небезпек і 2) аналіз отриманих результатів, який має в подальшому забезпечувати формування статистичної бази для оцінювання ризику та заходів для його зниження та прийняття. Так, наприклад, аналіз передбачає ідентифікацію типових дефектів і пошкоджень вантажів, їх розташування; включає контроль вантажно-розвантажувальних операцій і процесу перевезення з метою виявлення небезпек, що призводять до пошкоджень вантажів різного виду, а також визначення частоти кожного виду пошкоджень [8].

Результатом якісного аналізу транспортного ризику має бути виявлення «критичних точок» у процесі мультимодального вантажоперевезення на основі визначення максимально повного переліку чинників ризику перевезення вантажів та їх ранжування на підставі частоти обумовлених ними пошкоджень. Збір і експертний аналіз небезпек про інфраструктурні та кліматичні особливості регіонів, де здійснюватиметься перевезення, відстані між постачальником і одержувачем вантажу, кількості використовуваних видів транспорту в місцях перевалок дозволяють ідентифікувати наявність/відсутність ризиків транспортного забезпечення певного мультимодального маршруту, які пов'язані з недостатністю рівня інфраструктури, складними природно-кліматичними умовами тощо.

При цьому треба враховувати той факт, що первинні експертні оцінки транспортного ризику не містять достатньої інформації для формування статистичної бази про види та частоту можливих пошкоджень вантажу. Тому наступним кроком на етапі виявлення небезпек є застосування методу прямої інспекції (перевізного процесу, вантажу, вантажних операцій, розслідування причин пошкодження) у вигляді безпосереднього спостереження за процесом перевезень, що передбачає супровід вантажу протя-

теорії прийняття рішень і використання інноваційних рішень в ІТ-підтримці логістичних бізнес-процесів дозволяє оцінити ряд критеріїв, які можуть мати різну природу, питомі вагові характеристики та розмірність, а також надає можливість операторам мультимодальних перевезень оцінити кількісні критерії ризиків і, на цій підставі, підійти до питання вибору альтернативних, найбільш ефективних рішень. При цьому виявлені в результаті аналізу вдалі варіанти систем мультимодальних перевезень накопичуються в інформаційній базі даних ОМП для прийняття в подальшому оптимального управлінського рішення щодо вибору раціонального маршруту, а для негативних – після вивчення причин їх виникнення – розробляються механізми для нівелювання.

Отже, процес прийняття рішення в ризик-менеджменті мультимодальних перевезень є багатокритеріальним завданням, при цьому більшість критеріїв, що характеризують альтернативні варіанти мультимодальних маршрутів, мають різну розмірність, природу та питомі вагові характеристики. Наприклад, в умовах складного мультимодального перевезення (P_0), вектор цілей $\vec{Z}(\vec{x})$ може обумовлювати прийняття оптимального рішення з позиції критеріїв, що мають різну питому вагу залежно від уподобань ОМП і клієнтів транспортної послуги, що формалізовано можна виразити таким чином:

$$\vec{Z}(\vec{x}) = \begin{cases} \min(\text{витрати на перевезення}) \\ \min(\text{час на перевезення}) \\ \min(\text{ризик пошкодження/втрати багажу}) \\ \min(\text{загрози перевезенню}). \end{cases} \quad (1)$$

Необхідно зазначити, що практична значущість і можливість застосування інструментарію для розв'язання багатокритеріальних транспортних завдань все ж залежить від суб'єктивних уподобань ОМП, його професіоналізму у виборі пріоритетів між різними критеріями оптимальності [14; 16].

Вибір оптимальної мультимодальної транспортно-технологічної схеми в умовах багатовекторності цілей $\vec{Z}(\vec{x})$, на наш погляд, має передбачати умовний поділ критеріїв на об'єктивні та суб'єктивні групи, які є найбільш стійкими до впливу чинників невизначеності зовнішнього середовища (ризикованість маршруту, непередбачуваність поведінки субперевізників та ін.), що дозволить прийняти дійсно ефективне управлінське рішення та більш точно визначити питому вагу показників оптимальності [7; 12].

До об'єктивних критеріїв, на нашу думку, слід віднести найбільш на сьогодні пріоритетні кількісні показники (вартість і час перевезення), що ранжуються за значеннями по кожному альтернативному варіанту перевезення. Суб'єктивні критерії пов'язані з конкретними договірними інтересами між ОМП і

клієнтом, а саме: прибутковістю, рентабельністю, надійністю, безпекою, своєчасністю, повнотою сервісу тощо, числові значення яких відбивають ступінь взаємної задоволеності суб'єктів.

Такий комплексний підхід до вибору оптимальної транспортно-технологічної схеми дозволяє розглядати суб'єктивні критерії (повноту сервісу, надійність та ін.) як визначальні, але за умови порівняно однакових вартості та часу альтернативних варіантів доставки вантажів і в контексті допустимих значень об'єктивних критеріїв. Як останні розглядаються умови зберігання та швидкісний режим перевезення на території конкретної країни, регіону, міста, осьове навантаження, кліматичні умови, екологічні обмеження тощо. При цьому достатність альтернатив забезпечується саме варіативністю допустимих транспортно-технологічних схем (B_x).

На підставі вищесказаного модель процесу прийняття рішення в системі мультимодальних перевезень може бути представлена таким чином:

$$\vec{Z}(\vec{x}) = \langle \vec{V}(\vec{x}), \vec{C}(\vec{x}) \rangle, \quad (2)$$

Критерії оптимальності:

$$\vec{V}(\vec{x}) = \begin{cases} V_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min(\max), \\ V_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min(\max), \\ \dots \\ V_o(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min(\max). \end{cases} \quad (3)$$

$$x \in B_x, \quad B_x \subseteq X.$$

Граничні умови:

$$\vec{C}(\vec{x}) = \begin{cases} C_1(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq c_1, \\ C_2(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq c_2, \\ \dots \\ C_o(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq c_l. \end{cases} \quad (4)$$

$$o = \overline{1, t}; \quad l = \overline{1, k}; \quad n = \overline{1, m}.$$

Вирішити це завдання можна найбільш поширеним методом розв'язання багатокритеріальних задач – методом згортання векторного критерію який враховує відносну важливість окремих критеріїв оптимальності за допомогою побудови скалярної функції F , яка є узагальненим критерієм щодо векторного критерію $\vec{Z}(\vec{x})$, і вирішення однокритеріального завдання оптимізації:

$$\min_{x \in B_x} (\max_{x \in B_x} F(\vec{w}, \vec{Z}(\vec{x}))), \quad (5)$$

де $\vec{w} = \{w_1, \dots, w_o\}$ – вагові коефіцієнти відносної важливості окремих критеріїв.

Значення таких вагових коефіцієнтів можуть бути знайдені шляхом застосування методів експертних оцінок. Такі методи базуються на використанні інтелектуального потенціалу професійних експертів, їх

здатності шукати та знаходити рішення в недостатньо формалізованих завданнях. Найбільш ефективними є методи ранжирування та приписування балів [18].

Для обробки результатів можна застосовувати методи математичної статистики, якщо розглядати оцінки кожного з експертів як реалізацію деякої випадкової величини. Середнє значення оцінок для o -го критерію [19]:

$$\bar{r}_o = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^L r_{jo}. \quad (6)$$

Середнє значення \bar{r}_o виражає колективне поєднання груп експертів. Рівень узгодженості думок експертів відображається дисперсією оцінок:

$$\sigma_o^2 = \frac{1}{L} \sum_{j=1}^L (r_{jo} - \bar{r}_o)^2. \quad (7)$$

Чим менше значення дисперсії, тим з більшою впевненістю можна спиратися на найвищі значення оцінок \bar{r}_o важливості окремого критерію. Тоді міра надійності (варіації) експертизи:

$$\beta = \frac{\sigma_o}{\bar{r}_o}. \quad (8)$$

За середнім значенням оцінки \bar{r}_o визначаються вагові коефіцієнти:

$$w_o = \frac{\bar{r}_o}{\sum_{o=1}^t \bar{r}_o}, \quad o = \overline{1, t}. \quad (9)$$

На достовірність експертизи істотно впливають такі фактори, як: кількісний склад експертної групи, рівень компетентності експертів; тип питань та ін.

Як узагальнені критерії можуть бути використані функції такого формалізованого вигляду [20; 21]:

★ адитивний критерій оптимальності:

$$F(\vec{w}, \vec{Z}(\vec{x})) = \sum_{o=1}^t w_o, \quad Z_o(\vec{x}) \rightarrow \min(\max), \quad (10)$$

$$\sum_{o=1}^t w_o = 1, \quad x \in B_x.$$

Застосування адитивного критерію оптимальності наведено на *рис. 2*.

При застосуванні адитивного критерію оптимальності варто враховувати його високу чутливість до неточності визначення вагових коефіцієнтів, яка може призвести до неправильного вирішення завдання оптимізації. Такий критерій рекомендовано застосовувати за високої міри надійності (варіації) експертизи.

★ мультиплікативний критерій оптимальності:

$$F(\vec{w}, \vec{Z}(\vec{x})) = \prod_{o=1}^t w_o, \quad Z_o(\vec{x}) \rightarrow \min(\max), \quad (11)$$

$$\sum_{o=1}^t w_o = 1, \quad x \in B_x.$$

Застосування мультиплікативного критерію оптимальності наведено на *рис. 3*.

Мультиплікативний критерій оптимальності менш чутливий до неточності визначення вагових коефіцієнтів, проте варто мати на увазі, що, якщо хоча б один окремий критерій (або ваговий коефіцієнт) виявляється рівним нулю, то результуючий критерій теж дорівнює нулю, що призводить до невірної вирішення завдання оптимізації.

Отже, резюмуючи вищевикладену інформацію, можна на науково-методичному рівні представити етапність процесу прийняття рішень з виокремленням відповідних цілей у контексті управління транспортними ризиками в мультимодальних вантажоперевезеннях, дотримання яких гарантовано забезпечить прийняття оператором раціональної та безпечної транспортно-технологічної схеми доставки вантажу.

ВИСНОВКИ

Посилення кризових явищ і форс-мажорних ситуацій у світовій економіці, орієнтація транспортного сектора на посилення розвитку складних мультимодальних систем перевезень, зростання конкуренції серед великих операторів транспортного ринку обумовлюють необхідність удосконалення системи заходів, спрямованих на розвиток адаптивної моделі ризик-менеджменту. При цьому стан зовнішнього середовища та транспортних ринків схильний до різких змін і коливань, тому виникає гостра необхідність розробки нових динамічних технологій управління транспортними ризиками в мультимодальних системах перевезень на основі системного підходу, інформаційного забезпечення та технологій.

Мультимодальна система перевезень вантажів, особливо на етапі проектування, має високий ступінь ризику, пов'язаного із впливом безлічі факторів. Складність моделювання мультимодальної транспортно-технологічної схеми створює додаткові труднощі в контексті ризик-менеджменту щодо визначення справжнього значення впливу кожного окремого виду ризику на кінцевий результат перевізного процесу.

Щоб уникнути виникнення ризикових ситуацій, оператору мультимодальних перевезень необхідно обирати такі методи та прийоми, які найкраще зможуть убезпечити сам вантаж і налагодити мультимодальну систему вантажоперевезень у цілому. При цьому управління ризиками передбачає визначення пріоритетів у спробах знизити вплив одних ризиків, можливо і на шкоду іншим, але в кінцевому підсумку сприяє вирішенню поставлених завдань в управлінні транспортно-логістичними ризиками перевізного процесу. Подібні пріоритети можна розставити на основі науково обґрунтованих методів і способів, лише маючи розподіл значущості вкладу кожного виду ризику в обсяг невизначеності кінцевого результату при організації мультимодального перевезення, а також у розмір збитку, що завдається при вирішенні поставлених завдань у системі ризик-менеджменту.

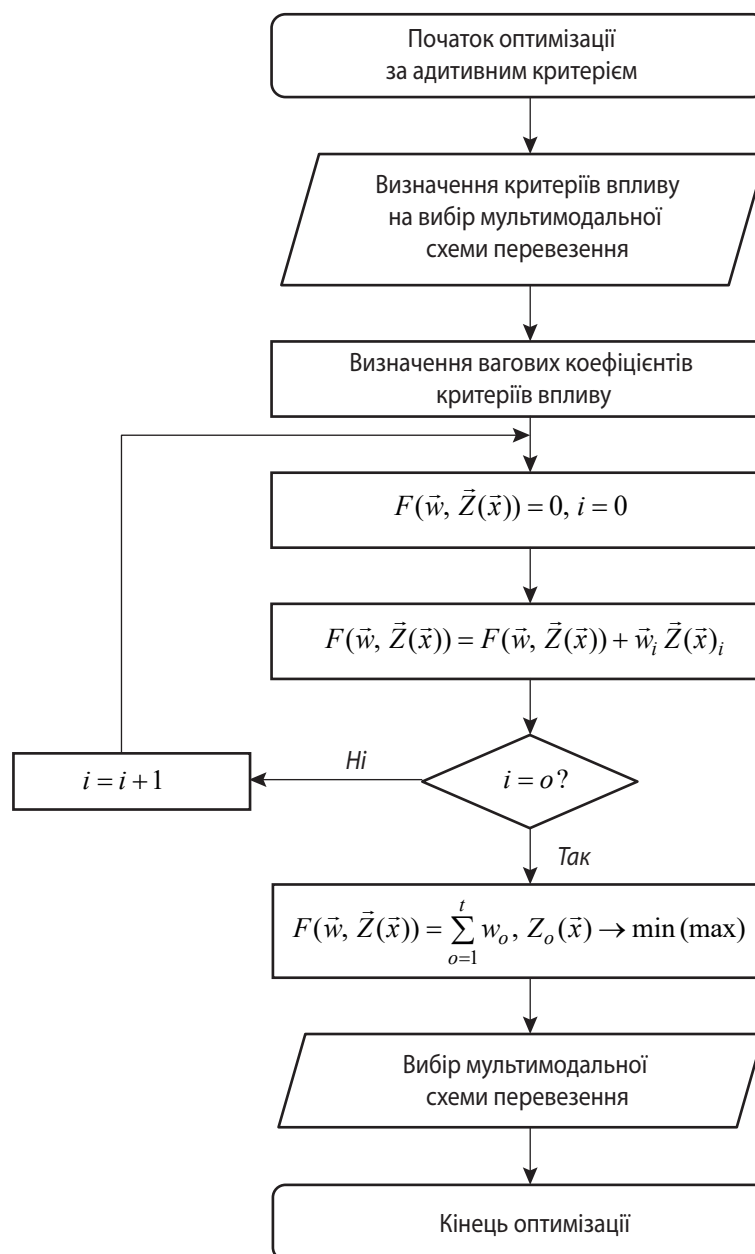


Рис. 2. Алгоритм використання адитивного критерію оптимальності

Система управління ризиками мультимодальних перевезень передбачає єдиний порядок таких заходів:

- ✦ ідентифікація ризиків;
- ✦ планування заходів щодо зменшення ризиків;
- ✦ моніторинг і контроль виконання заходів щодо зменшення ризиків;
- ✦ аналіз ефективності реалізованих проти ризикових заходів і висновок про негативні наслідки для ОМП.

Процес управління ризиками викликає необхідність виконання ряду заходів, що обмежують небажані наслідки та зменшують негативний вплив на організацію мультимодальної системи доставки вантажів. При цьому управління транспортними ризиками має сприйматися як невід'ємна частина загального управ-

ління транспортно-логістичним ланцюгом і реалізовуватися через узгоджені дії всіх учасників мультимодального перевезення.

Отже, система управління ризиками при організації мультимодального перевезення спрямована, перш за все, на зниження рівня транспортно-логістичних ризиків і невизначеності в процесі доставки вантажу. Адже транспортна компанія, що виконує перевезення, повинна надати конкретні гарантії власникам вантажу й іншим зацікавленим особам щодо дотримання їх інтересів і виконання запитів.

У будь-якого перевезення завжди присутні різні невизначеності, що провокують виникнення ризикових ситуацій, тому при ризик-менеджменті мультимодальних систем перевезень необхідно опрацювати

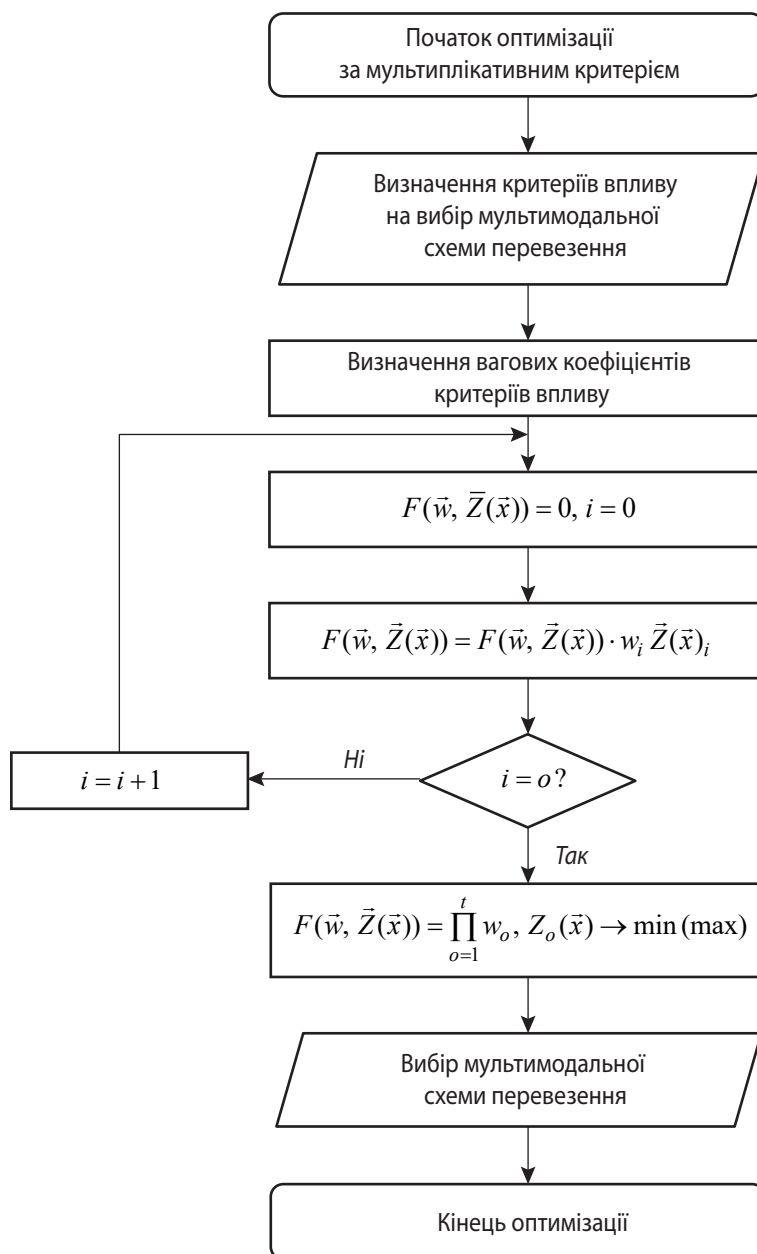


Рис. 3. Алгоритм використання мультиплікативного критерію оптимальності

обґрунтовану послідовність етапів, зв'язану з ідентифікацією невизначеності та факторами виникнення ризику, що охоплюють усі ланки перевізного процесу.

Дослідження у сфері управління ризиками з урахуванням мінливих умов зовнішнього середовища дозволяють сформулювати такі правила управління транспортно-логістичними ризиками в мультимодальних вантажних перевезеннях:

- ✦ рішення, пов'язане з ризиком, має бути грамотним і не повинно чинити негативний вплив на результати фінансово-господарської діяльності транспортної компанії;
- ✦ при управлінні ризиками прийняті рішення мають базуватися тільки на достовірному масиві інформації;

- ✦ при управлінні ризиками прийняті рішення мають враховувати об'єктивні та суб'єктивні характеристики середовища, яке чинить вплив на мультимодальне перевезення;
- ✦ управління ризиками має базуватися на поточному аналізі ефективності прийнятих рішень і, за необхідності, на оперативному коректуванні системи відповідних принципів і методів оцінки ризиків. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Бакуліч О. О., Кіс І. Р. Тренди розвитку ризик-менеджменту в проєктах транспортних підприємств // Інноваційні рішення в сучасній науці, освіті та практиці : матеріали І Міжнародної науково-практичної

- інтернет-конференції (м. Київ, 17–18 листопада 2020 р.): у 2 ч. Київ : НТУ, 2020. Ч. 1. С. 87–89.
2. Габрієлова Т. Ю. Теоретичні основи управління ризиками при доставці спеціальних категорій вантажів авіаційним транспортом // Проблеми та перспективи організації авіаційних перевезень, застосування авіації в галузях економіки і розвитку транспортних систем : монографія / за заг. ред. Г. М. Юна та С. Л. Литвиненка. Київ : Логос, 2011. С. 101–112.
3. Грицина Л. А., Кошівська М. В. Сучасний стан та перспективи розвитку транспортної логістики в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2018. Вип. 18. С. 11–18. URL: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/6915/1/5.pdf>
4. Дульзон А. А. Разработка управленческих решений : учебник. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2009. 295 с.
5. Дюльгер А. И. Методические основы принятия управленческих решений при организации мультимодальных перевозок грузов. *Молодой учёный*. 2014. № 8. С. 460–463.
6. Зубарева В. Д., Зайцева М. А. Роль и значение транспортных рисков в системе инвестиционных проектов газовой промышленности. *Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом*. 2012. № 9. С. 4–7.
7. Кармелюк Г. І. Теорія ймовірностей та математична статистика. Посібник з розв'язування задач : навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2017. 576 с.
8. Корсун В. І., Литвиненко К. В., Еремеев В. С. Риск-анализ транспортных процессов в карьере с помощью стохастических сетей. *Университетская наука*. 2019. № 1. С. 17–23. URL: <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/11820/1/Lytvynenko.pdf>
9. Крыгина И. Е. Организация мультимодальных перевозок в условиях неопределенности и риска. *Стратегии бизнеса*. 2019. № 11. С. 8–11. DOI: <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2019-11-08-11>
10. Муромцев Д. Ю., Шамкин В. Н. Методы оптимизации и принятие проектных решений : учеб. пособие. Тамбов, 2015. 80 с.
11. Нагорний Є. В., Курпіль Д. А. Проблеми логістичного забезпечення функціонування міжнародних транспортних коридорів на території України // Інтелектуальні технології управління транспортними процесами : зб. матеріалів Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Харків, 17–18 листопада 2020 р.). Харків, 2020. С. 84–85.
12. Никитин С. И., Никифоров Е. С., Фельдшер К. В. Моделирование логистических процессов в условиях риска. *Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии*. 2013. № 1. С. 191–199. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-logisticheskikh-protsessov-v-usloviyah-riska/viewer>
13. Інформаційний портал Logist.FM. URL: <http://logist.fm/publications/tendencii-i-perspektivyrazvitiya-rynka-gruzovyh-perevozok-v-ukraine>
14. Романчева К. Д., Ростова Е. П. Менеджмент транспортно-логистических рисков. *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. 2010. № 6. С. 207–208. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/menedzhment-transportno-logisticheskikh-riskov/viewer>
15. Конвенція про міжнародні змішані перевезення вантажів 1980. Регламентація Конвенцією про міжнародні змішані перевезення вантажів правового статусу та відповідальності оператора змішаних перевезень. URL: http://stud.com.ua/29869/pravo/konventsia_mizhnarodni_zmishani_perevezennya_vantazhiv_1980
16. Санжиева Т. В. Риск-менеджмент и современные концепции стратегического управления транспортной компанией. *Транспортное дело России*. 2013. № 1. С. 79–82. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-menedzhment-i-sovremennye-kontseptsii-strategicheskogo-upravleniya-transportnoy-kompaniei/viewer>
17. Яцюта О. Транспортно-логістична система України в умовах європейської інтеграції. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2016. № 3. С. 89–99. URL: [http://zt.knute.edu.ua/files/2016/3\(86\)/9.pdf](http://zt.knute.edu.ua/files/2016/3(86)/9.pdf)
18. Яхнеева И. В. Рисковые потоки в логистических системах. *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2012. № 4. С. 97–100.
19. Implementation of Multimodal Transport Rules. URL: <https://unctad.org/system/files/official-document/posdtetlbd2.en.pdf>
20. Convention concerning International Carriage by Rail of 9 May 1980. URL: https://otif.org/fileadmin/user_upload/otif_verlinkte_files/07_veroeff/01_COTIF_80/cotif-1980-e.PDF
21. Haggarty R. *Discrete Mathematics for Computing*. Pearson Education Limited, 2001. 248 p.

REFERENCES

- Bakulich, O. O., and Kis, I. R. "Trendy rozvytku ryzyk-menedzhmentu v proektakh transportnykh pid-priemstv" [Trends in Risk Management Development in Projects of Transport Enterprises]. *Innovatsiini rishennia v suchasni nautsi, osviti ta praktytsi*, part 1. Kyiv: NTU, 2020. 87-89.
- "Convention concerning International Carriage by Rail of 9 May 1980". https://otif.org/fileadmin/user_upload/otif_verlinkte_files/07_veroeff/01_COTIF_80/cotif-1980-e.PDF
- Dulzon, A. A. *Razrabotka upravlencheskikh resheniy* [Development of Management Decisions]. Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2009.
- Dyulger, A. I. "Metodicheskiye osnovy prinyatiya upravlencheskikh resheniy pri organizatsii multimodalnykh perevozok gruzov" [Methodological Foundations for Making Managerial Decisions when Organizing Multimodal Cargo Transportation]. *Moloday uchenyy*, no. 8 (2014): 460-463.
- Habrielova, T. Yu. "Teoretychni osnovy upravlinnia ryzykamy pry dostavtsi spetsialnykh katehori vantazhiv aviatsiynym transportom" [Theoretical Bases of Risk Management at Delivery of Special Categories of Cargoes by air Transport]. In *Problemy ta perspektivy orhanizatsii aviatsiynykh perevezen, zastosuvannia aviatsii v haluziakh ekonomiky i rozvytku transportnykh system*, 101-112. Kyiv: Lohos, 2011.
- Haggarty, R. *Discrete Mathematics for Computing*. Pearson Education Limited, 2001.

- Hrytsyna, L. A., and Koshivska, M. V. "Suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku transportnoi lohistyky v Ukraini" [Current State and Development Prospects of Transport Logistics in Ukraine]. *Infrastruktura rynku*, is. 18 (2018): 11-18. <http://elar.khnu.km.ua/jspui/bitstream/123456789/6915/1/5.pdf>
- "Implementation of Multimodal Transport Rules". <https://unctad.org/system/files/official-document/posdtetlbd2.en.pdf>
- Informatsiyni portal Logist.FM. <http://logist.fm/publications/tendencii-i-perspektivyrazvitiya-rynka-gruzovyh-perevozok-v-ukraine>
- "Konventsiia pro mizhnarodni zmishani perevezennia vantazhiv 1980. Rehlamentatsiia Konventsiiei pro mizhnarodni zmishani perevezennia vantazhiv pravovoho statusu ta vidpovidalnosti operatora zmishanykh perevezen" [Convention on the International Mixed Transport of Goods 1980. Regulation by the Convention on the International Mixed Transport of Legal Status and Liability of a Mixed Transport Operator]. http://stud.com.ua/29869/pravo/konventsiya_mizhnarodni_zmishani_perevezennia_vantazhiv_1980
- Karmeliuk, H. I. *Teoriia imovirnostei ta matematychna statystyka. Posibnyk z rozviazuvannia zadach* [Probability Theory and Mathematical Statistics. Guide to Solving Problems]. Kyiv: Tsentrl navchalnoi literatury, 2017.
- Korsun, V. I., Litvinenko, K. V., and Yermeev, V. S. "Risk-analiz transportnykh protsessov v karere s pomoshchyu stokhasticheskikh setey" [Risk-Analysis of Transport Processes in Open-Cast Mine by Means of Stochastic Networks]. *Universitetskaya nauka*, no. 1 (2019): 17-23. <http://eadnurt.diit.edu.ua/bitstream/123456789/11820/1/Lytvynenko.pdf>
- Krygina, I. Ye. "Organizatsiya multimodalnykh perevozok v usloviyakh neopredelennosti i riska" [Organization of Multimodal Transportation under Uncertainty and Risk]. *Strategii biznesa*, no. 11 (2019): 8-11. DOI: <https://doi.org/10.17747/2311-7184-2019-11-08-11>
- Muromtsev, D. Yu., and Shamkin, V. N. *Metody optimizatsii i prinyatiye proektnykh resheniy* [Optimization Methods and Design Decisions]. Tambov, 2015.
- Nahornyi, Ye. V., and Kurpil, D. A. "Problemy lohistychnoho zabezpechennia funktsionuvannia mizhnarodnykh transportnykh korydoriv na terytorii Ukrainy" [Problems of Logistical Support of Functioning of International Transport Corridors on the Territory of Ukraine]. *Intelektualni tekhnologii upravlinnia transportnykh protsesamy*. Kharkiv, 2020. 84-85.
- Nikitin, S. I., Nikiforov, Ye. S., and Feldsherov, K. V. "Modelirovaniye logisticheskikh protsessov v usloviyakh riska" [Modeling Logistics Processes under Risk Conditions]. *Teoriya i praktika servisa: ekonomika, sotsialnaya sfera, tekhnologii*, np. 1 (2013): 191-199. <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-logisticheskikh-protsessov-v-usloviyah-riska/viewer>
- Romancheva, K. D., and Rostova, Ye. P. "Menedzhment transportno-logisticheskikh riskov" [Transport and Logistics Risk Management]. *Aktualnyye problemy aviatsii i kosmonavтики*, no. 6 (2010): 207-208. <https://cyberleninka.ru/article/n/menedzhment-transportno-logisticheskikh-riskov/viewer>
- Sanzhiyeva, T. V. "Risk-menedzhment i sovremennyye kontseptsii strategicheskogo upravleniya transportnoy kompaniyey" [Risk Management and Modern Concepts of Strategic Management of a Transport Company]. *Transportnoye delo Rossii*, no. 1 (2013): 79-82. <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-menedzhment-i-sovremennyye-kontseptsii-strategicheskogo-upravleniya-transportnoy-kompaniyey/viewer>
- Yakhneyeva, I. V. "Riskovyye potoki v logisticheskikh sistemakh" [Risk Flows in Logistics Systems]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, no. 4 (2012): 97-100.
- Yatsiuta, O. "Transportno-lohistychna systema Ukrainy v umovakh yevropeiskoi intehtatsii" [Transport and Logistics System of Ukraine in Conditions of European Integration]. *Zovnishnia torhivlia: ekonomika, finansy, pravo*, np. 3 (2016): 89-99. [http://zt.knute.edu.ua/files/2016/3\(86\)/9.pdf](http://zt.knute.edu.ua/files/2016/3(86)/9.pdf)
- Zubareva, V. D., and Zaytseva, M. A. "Rol i znachenije transportnykh riskov v sisteme investitsionnykh proektov gazovoy promyshlennosti" [The Role and Significance of Transportation Risks in the System of Gas Projects in Gas Industry]. *Problemy ekonomiki i upravleniya neftegazovym kompleksom*, no. 9 (2012): 4-7.